

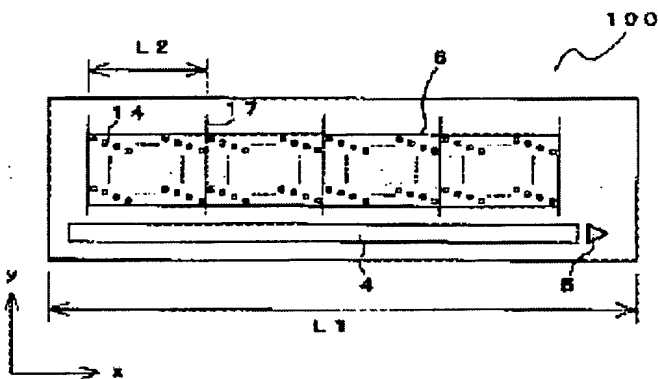
MANUFACTURING METHOD AND STRUCTURE OF LINEAR IMAGE SENSOR

Patent number: JP2003179221
Publication date: 2003-06-27
Inventor: NAKANISHI JUNJI; SONE TAKANORI
Applicant: MITSUBISHI ELECTRIC CORP
Classification:
- **international:** H01L27/148; H04N5/335
- **european:**
Application number: JP20010377182 20011211
Priority number(s):

Abstract of JP2003179221

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a manufacturing method for enabling backing wiring to be formed without reducing a pixel opening rate and resolution in a long-length image sensor.

SOLUTION: The manufacturing method of the linear image sensor includes a process for successively forming a transfer channel that is sandwiched by channel stopper regions, a gate oxide film, a transfer gate, and an interlayer insulating film on a semiconductor substrate, and a process for forming a photoresist layer on the interlayer insulating film and allowing the photoresist layer subjected to patterning to form an opening pattern on the transfer gate. The pattern process includes a process for exposing the photoresist layer by a reduced exposure method.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-179221

(P2003-179221A)

(43) 公開日 平成15年6月27日 (2003.6.27)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード* (参考)

H 0 1 L 27/148

H 0 4 N 5/335

V 4 M 1 1 8

H 0 4 N 5/335

H 0 1 L 27/14

B 5 C 0 2 4

審査請求 有 請求項の数11 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2001-377182(P2001-377182)

(22) 出願日 平成13年12月11日 (2001.12.11)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 中西 淳治

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(72) 発明者 曾根 孝典

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(74) 代理人 100062144

弁理士 青山 葆 (外2名)

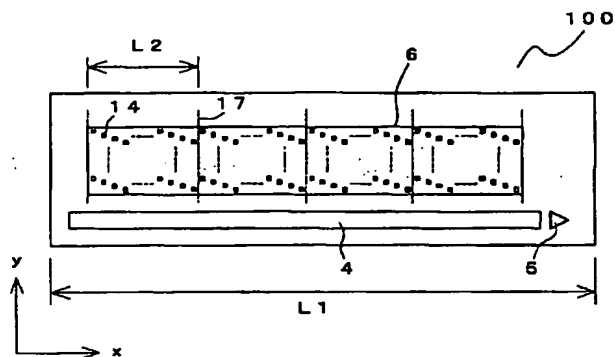
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リニアイメージセンサの製造方法及びその構造

(57) 【要約】

【課題】 長尺イメージセンサにおいて、画素開口率や解像度を低下させることなく裏打ち配線の形成を可能とした製造方法を提供する。

【解決手段】 リニアイメージセンサの製造方法において、半導体基板上に、チャネルストップ領域に挟まれた転送チャネルと、ゲート酸化膜と、転送ゲートと、層間絶縁膜とを順次形成する工程と、層間絶縁膜上にフォトリソ層を形成し、フォトリソ層をパターニングして転送ゲート上に開口パターンを形成するパターニング工程とを含み、該パターニング工程が、縮小露光法によりフォトリソ層を露光する工程を含む。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入射光を電気信号に変換して検知するリニアイメージセンサの製造方法であって、

半導体基板を準備する工程と、

該半導体基板の表面近傍に、略平行に並置されたチャネルストッパ領域と、該チャネルストッパ領域に挟まれた転送チャネルとを形成する工程と、

少なくとも該チャネルストッパ領域を覆うゲート絶縁膜を形成する工程と、

該ゲート絶縁膜上に、該転送チャネルに対して略垂直方向に延びた転送ゲートを形成するゲート形成工程と、

該転送ゲートを覆う層間絶縁膜を形成する工程と、

該層間絶縁膜上にフォトレジスト層を形成し、該フォトレジスト層をパターニングして該転送ゲート上に開口パターンを形成するパターニング工程と、

該フォトレジスト層をマスクに用いて、該層間絶縁膜に孔部を形成し、該孔部の底面に該転送ゲートを露出させる工程と、

該フォトレジスト層を除去した後に、該層間絶縁膜上に、該孔部を介して該転送ゲートに接続され、該チャネルストッパに添って延在した裏打ち配線を形成する裏打ち配線形成工程と、

該層間絶縁膜と該裏打ち配線の上に、保護膜を形成する工程とを含み、

該パターニング工程が、縮小露光法により該フォトレジスト層を露光する工程を含むことを特徴とするリニアイメージセンサの製造方法。

【請求項2】 上記パターニング工程が、一のリニアイメージセンサに対する露光領域を、同一パターンからなる複数の分割露光領域に分けて露光する工程からなることを特徴とする請求項1に記載の製造方法。

【請求項3】 上記パターニング工程が、上記分割露光領域のそれぞれに設けられたアライメントマークを用いて位置合わせを行い、該分割露光領域の露光を行う工程であることを特徴とする請求項2に記載の製造方法。

【請求項4】 上記アライメントマークが、上記ゲート形成工程において、上記転送ゲートと同時に形成されることを特徴とする請求項3に記載の製造方法。

【請求項5】 更に、上記保護膜上に、レンズ材料層を堆積させる工程と、

該レンズ材料層上に、フォトレジスト層を形成し、該フォトレジスト層をパターニングして該裏打ち配線が開口したパターンを形成する第2パターニング工程と、

該フォトレジスト層をマスクに用いて、該レンズ材料層をエッチングし、該転送チャネル上に延在するシリンドリカルレンズを形成する工程とを含み、

該第2パターニング工程が、縮小露光法により該フォトレジスト層を露光する工程を含むことを特徴とする請求項1に記載の製造方法。

【請求項6】 上記第2パターニング工程が、一のリニアイメージセンサに対する露光領域を、複数の露光領域に分割して露光する工程からなることを特徴とする請求項5に記載の製造方法。

【請求項7】 上記第2パターニング工程が、上記分割露光領域のそれぞれに設けられたアライメントマークを用いて位置合わせを行い、該分割露光領域の露光を行う工程であることを特徴とする請求項6に記載の製造方法。

【請求項8】 上記アライメントマークが、上記裏打ち配線形成工程において、上記裏打ち配線と同時に形成されることを特徴とする請求項7に記載の製造方法。

【請求項9】 入射光を電気信号に変換して検知するリニアイメージセンサであって、

半導体基板の表面近傍に略平行に並置されたチャネルストッパ領域と、該チャネルストッパ領域に挟まれた転送チャネルと、

少なくとも該転送チャネルを覆うゲート絶縁膜と、

該ゲート絶縁膜上に、該転送チャネルに対して略垂直方向に設けられた転送ゲートと、

該転送ゲートを覆う層間絶縁膜と、

該層間絶縁膜に設けられたコンタクト部を介して該転送ゲートに接続され、該チャネルストッパ領域に添って該層間絶縁膜上に延在する裏打ち配線と、

該層間絶縁膜と該裏打ち配線とを覆う保護膜と、

該保護膜上に設けられ、該裏打ち配線に沿って延在するシリンドリカルレンズとを含み、

該シリンドリカルレンズが、該裏打ち配線に入射した光を屈折させて、該層間絶縁膜に入射させることを特徴とするリニアイメージセンサ。

【請求項10】 上記シリンドリカルレンズが、隣接する上記裏打ち配線間を渡るように設けられ、該裏打ち配線間の略中央部で、その膜厚が最大であることを特徴とする請求項9に記載のリニアイメージセンサ。

【請求項11】 上記シリンドリカルレンズが、上記転送ゲートの延在する方向に切った断面が略半円形状である半円筒形状のレンズであることを特徴とする請求項9又は10に記載のリニアイメージセンサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、リモートセンシング等の分野で用いられるリニアイメージセンサ及びその製造方法に関し、特に、TDI (Time Delay and Integration) 方式の長尺イメージセンサ及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 光検出器を1次元アレイ状に配置したリニアイメージセンサでは、アレイと垂直な方向には機械的走査を行い、水平方向には電子的走査を行うことにより、2次元の画像情報が得られる。リニアイメージセン

サを人工衛星等に搭載してリモートセンシングを行う場合には、アレイと垂直な方向を衛星の進行方向に一致させることによって地表の2次元画像が撮影できる。リモートセンシングに用いるリニアイメージセンサは、画素ピッチによって解像度が決定され、画素数によって観測幅が決定される。従って、解像度向上のために画素ピッチを小さくし、観測幅拡大のために画素数を大きくすることが要求される。従来の衛星用光学センサとしては、画素ピッチが $10\mu\text{m}$ 程度、画素数が数千画素程度のセンサが開発されている。かかるセンサは、水平方向の素子サイズが数十mm以上であり、極めて長尺の素子となる。

【0003】このリニアイメージセンサにおいて、解像度向上のために画素ピッチを小さくしていくと、各画素への入射光量が減り信号量が低下する。そこで、 S/N を向上するための巧妙な手段としてTDI方式のイメージセンサが提案されている。

【0004】図9は、全体が300で表される、従来のTDIイメージセンサの平面図であり、また、図10は、図9をX-X方向に見た断面図である。なお、ここでは4相駆動($\phi 1 \sim \phi 4$)TDIイメージセンサの場合を図示している。図9に示すように、TDIイメージセンサ300は、ポリシリコン等からなる転送ゲート1を含む。転送ゲート1は、転送ゲート1a~1dの4本が1組となって、1段の転送ゲートを構成する。x軸方向に設けられた転送ゲート1と略直交する方向(y軸方向)に、転送ゲート1の下部にチャンネルストップ領域2が設けられている。チャンネルストップ領域2は、p型のストップ層や絶縁層からなり、両側に延びる転送ゲート1の転送チャンネル間(図10参照)を絶縁する。各転送ゲート1a~1dには、金属配線3が接続されている。4つおきの転送ゲートが、金属配線3により同じ電源に接続されている($\phi 1 \sim \phi 4$ の4相)。また、転送ゲート1の一方に、水平CCD4が並置され、更に、水平CCD4には出力アンプ5が接続されている。転送ゲート1を覆うように保護膜(図10参照)が設けられている。また、符号6で表す領域は受光領域であり、受光領域6の外部は遮断膜(図示せず)で覆われ、不要な光が入射しないようになっている。

【0005】また、図10に示すように、TDIイメージセンサ300は、p型のシリコンからなるシリコン基板7を含む。シリコン基板7の表面近傍には、n型の垂直CCDからなる転送チャンネル8が設けられている。転送チャンネル8の上には、ゲート酸化膜9を介して転送ゲート1が形成されている。その上には、酸化シリコンや窒化シリコンからなる保護膜10が形成されている。

【0006】次に、図9、図10を参照しながら、従来のTDIイメージセンサ300の動作について説明する。被写体から入射した入射光は、光学系によりTDIイメージセンサ300の表面で結像する。受光領域6内

に入射した光は、層間絶縁膜10、転送ゲート1、ゲート酸化膜9を透過し、転送チャンネル8やシリコン基板7に達し、光電変換されて信号電荷(電子)を発生する。このとき、4つで1組となる転送ゲート1a、1b、1c、1dのうち、隣接する2つのゲート配線1a、1b($\phi 1$ 、 $\phi 2$)に正電圧を印加しておく、転送ゲート1下部の、垂直CCDの転送チャンネル8内にポテンシャル井戸が形成され、発生した信号電荷がこのポテンシャル井戸内に蓄積される。一定の蓄積時間の後、正電圧を与える転送ゲートを1b、1c($\phi 2$ 、 $\phi 3$)に切り替えると、ポテンシャル井戸の位置が転送ゲート1本分だけ移動し、蓄積されていた信号電荷が転送される。転送後、入射光によって新たに発生した信号電荷もポテンシャル井戸内に蓄積されるが、このとき元の信号電荷に対して新たに発生した信号電荷が積分(加算)される。更に、正電圧を与える転送ゲートを1c、1d($\phi 3$ 、 $\phi 4$)に切り替えると、更に、信号電荷17が転送されるとともに、新たな信号電荷の積分が繰り返される。

【0007】リニアイメージセンサでは、機械的の走査によってセンサ表面に結像される光学像が垂直方向(図8のy軸方向)に移動するため、その移動速度に同期してy軸方向の電荷転送を行うと、光学像からの信号電荷を常に同じポテンシャル井戸へと蓄積できる。このようにして積分された信号電荷は、次に水平CCD4へと転送され、水平CCD4により出力アンプ5へと転送される。最後に、出力アンプ5から時系列に読み出される。

【0008】通常のリニアセンサを用いたリモートセンシングの場合、信号の蓄積時間は人工衛星の飛行速度等で決まる撮像周期によって限定されてしまうが、このTDI方式を用いるとTDIの段数(転送ゲートの数)に比例して実効的な蓄積時間を長くすることができるため、蓄積された信号量が増加して S/N を向上させることができる。

【0009】このような、従来のTDIイメージセンサ300では、センサに入射した光の一部がポリシリコンからなる転送ゲート1を透過する際に吸収され、特に、短波長光(青色)でその吸収率が大きくなり、青色側の感度が不足するという問題があった。

【0010】また、単に、転送ゲート1のポリシリコン膜厚を薄くして青色感度を増大させた場合、一方で、転送ゲート1の配線抵抗が増大し、転送ゲート1に伝送されるTDI転送クロックの波形がなまり、垂直方向(y軸方向)の転送が不十分になるという問題があった。

【0011】これに対して、例えば、特開平6-37297号公報では、ポリシリコンからなる薄膜の転送ゲートに対し、抵抗の小さな金属により裏打ち配線を設ける方法が提案されている。図11は、全体が400で表される、裏打ち配線を用いたフレーム転送方式2次元イメージセンサの受光部の平面図である。イメージセンサ400では、チャンネルストップ領域2上方の層間絶縁膜

(図示せず)上に、所定のゲート配線に接続された裏打ち配線13(13a~13d)を設けた構造となっている。他の構造は、TDIイメージセンサ300と同様である。

【0012】即ち、イメージセンサ400では、転送ゲート1の下方に、転送ゲート1と略垂直な方向(y軸方向)に、チャネルストップ領域2が設けられている。転送ゲート1上には、保護層を介してアルミニウム等の金属からなる裏打ち配線13が設けられている。裏打ち配線13は、チャネルストップ領域2の上方に、チャネルストップ領域2に沿って設けられている。裏打ち配線13と転送ゲート1とは、層間絶縁膜に設けられた杭打ちコンタクト部14a~14dにより、電気的に接続されている。

【0013】このように、フレーム転送方式2次元イメージセンサ400では、転送ゲート1と金属配線3とが、転送ゲート1の端部ではなく、転送ゲート1がチャネルストップ領域2と交差する複数の個所で、杭打ちコンタクト部14を介して接続されている。このため、転送ゲート1を薄くして青色感度を増大させても、配線抵抗は増加しない。この結果、垂直CCD(転送チャネル)の転送クロック波形のなまりを防止し、正常な転送動作を行うことができる。かかる構造は、TDI方式のリニアイメージセンサにも適用できる。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、長尺TDIイメージセンサ300に対して、かかる裏打ち配線13を形成するためには、以下のような問題があった。

【0015】即ち、従来、TDIイメージセンサ300の製造では、全ての写真製版工程で等倍露光装置が用いられていた。しかしながら、等倍露光装置を用いた転写工程では、解像できるパターンの最小寸法は光の回折限界により3 μ m程度となる。かかる解像度の限界を考慮すると、杭打ちコンタクト部14のサイズは最小でも3 μ m角にする必要があるため、重ね合わせ等のマージンを考慮すると、転送ゲート1や裏打ち配線13の配線幅は最小でも6~9 μ m以上としなければならない。裏打ち配線13の形成領域は入射光が遮られるため、衛星センサに要求される画素ピッチ(10 μ m程度)を維持しようとする、画素開口率(画素面積に対する開口部面積の比)が大幅に減少してしまい感度が低下する。一方、感度を確保するには画素ピッチを大きくすることが必要となるが、この場合には逆に解像度が低下してしまう。

【0016】これに対し、写真製版工程に縮小露光法を用いた場合、1 μ m以下の微細なパターンの転写が可能である。しかしながら、1度に転写できる転写エリアが限定され、例えば、倍率が1/5倍の縮小露光装置を用いた場合、転写エリアの上限は約20mm角程度となる。このため、サイズが数十mmを超える長尺のTDI

イメージセンサ300の製造には、縮小露光装置を適用できなかった。

【0017】また、縮小露光装置は、一のウエハ上に、同一パターンを繰り返し形成するものであり、異なったパターンの作製には適さず、また、隣接するパターン間の位置合わせも困難であった。

【0018】そこで、本発明は、サイズが数十 μ m以上となる長尺TDIイメージセンサにおいても、画素開口率や解像度を低下させることなく裏打ち配線の形成を可能としたTDIイメージセンサの製造方法の提供を目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】そこで、発明者らは鋭意研究の結果、TDIイメージセンサの杭打ちコンタクト部が、周期性を持つパターンであることに注目するとともに、アライメントマークを用いて位置合わせ精度を向上させることにより、縮小露光工程の適用が可能なことを見出し、本発明を完成した。

【0020】即ち、本発明は、入射光を電気信号に変換して検知するリニアイメージセンサの製造方法であって、半導体基板を準備する工程と、該半導体基板の表面近傍に、略平行に並置されたチャネルストップ領域と、該チャネルストップ領域に挟まれた転送チャネルとを形成する工程と、少なくとも該チャネルストップ領域を覆うゲート絶縁膜を形成する工程と、該ゲート絶縁膜上に、該転送チャネルに対して略垂直方向に延びた転送ゲートを形成するゲート形成工程と、該転送ゲートを覆う層間絶縁膜を形成する工程と、該層間絶縁膜上にフォトリソ層を形成し、該フォトリソ層をパターンニングして該転送ゲート上に開口パターンを形成するパターンニングと、該フォトリソ層をマスクに用いて、該層間絶縁膜に孔部を形成し、該孔部の底面に該転送ゲートを露出させる工程と、該フォトリソ層を除去した後、該層間絶縁膜上に、該孔部を介して該転送ゲートに接続され、該チャネルストップに添って延在した裏打ち配線を形成する裏打ち配線形成工程と、該層間絶縁膜と該裏打ち配線の上に、保護膜を形成する工程とを含み、該パターンニング工程が、縮小露光法により該フォトリソ層を露光する工程を含むことを特徴とするリニアイメージセンサの製造方法である。かかる製造方法では、パターンニング工程で縮小露光法を用いるため、裏打ち配線と転送ゲートとを接続する杭打ちコンタクト部のサイズの微細化が可能となる。これにより、従来のリニアイメージセンサにおいて発生していた、裏打ち配線を用いた場合に、転送ゲート等の幅が広がって開口率が小さくなるという問題を解決することができる。

【0021】上記パターンニング工程は、一のリニアイメージセンサに対する露光領域を、同一パターンからなる複数の分割露光領域に分けて露光する工程でも良い。かかる工程を用いることにより、長尺のリニアイメージ

ンサの露光を、縮小露光法で行うことができる。このように、露光領域を同一パターンの分割露光領域に分けることにより、同一マスクを用いて連続転写を行うことができる。

【0022】上記パターニング工程は、上記分割露光領域のそれぞれに設けられたアライメントマークを用いて位置合わせを行い、該分割露光領域の露光を行う工程であることが好ましい。かかるアライメントマークを用いることにより、分割露光を行う場合のマスクの位置決め精度が向上し、分割露光領域のつなぎ目でのパッチングエラーの発生を防止できる。

【0023】上記アライメントマークは、上記ゲート形成工程において、上記転送ゲートと同時に形成されることが好ましい。かかるアライメントマークを用いることにより、杭打ちコンタクト部の位置ずれを低減できる。これにより、杭打ちコンタクト部の位置ずれにより、裏打ち配線と転送ゲートとが電気的にショートするといった不具合の発生が防止できる。

【0024】また、本発明は、更に、上記保護膜上に、レンズ材料層を堆積させる工程と、該レンズ材料層上に、フォトリソ層を形成し、該フォトリソ層をパターニングして該裏打ち配線が開口したパターンを形成する第2パターニング工程と、該フォトリソ層をマスクに用いて、該レンズ材料層をエッチングし、該転送チャンネル上に延在するシリンドリカルレンズを形成する工程とを含み、該第2パターニング工程が、縮小露光法により該フォトリソ層を露光する工程を含むことを特徴とするリニアイメージセンサの製造方法でもある。かかる方法により、微細なシリンドリカルレンズを、高精度で作製することができる。

【0025】上記第2パターニング工程は、一のリニアイメージセンサに対する露光領域を、複数の露光領域に分割して露光する工程からなることが好ましい。かかる工程を用いることにより、長尺のリニアイメージセンサの露光を、縮小露光法で行うことができる。

【0026】上記第2パターニング工程は、上記分割露光領域のそれぞれに設けられたアライメントマークを用いて位置合わせを行い、該分割露光領域の露光を行う工程であることが好ましい。かかるアライメントマークを用いることにより、分割露光を行う場合のマスクの位置決め精度が向上し、分割露光領域のつなぎ目でのパッチングエラーの発生を防止できる。

【0027】上記アライメントマークは、上記裏打ち配線形成工程において、上記裏打ち配線と同時に形成されることが好ましい。かかるアライメントマークを用いることにより、シリンドリカルレンズの位置ずれを低減できる。

【0028】また、本発明は、入射光を電気信号に変換して検知するリニアイメージセンサであって、半導体基板の表面近傍に略平行に並置されたチャンネルストップ領域と、

該チャンネルストップ領域に挟まれた転送チャンネルと、少なくとも該転送チャンネルを覆うゲート絶縁膜と、該ゲート絶縁膜上に、該転送チャンネルに対して略垂直方向に設けられた転送ゲートと、該転送ゲートを覆う層間絶縁膜と、該層間絶縁膜に設けられたコンタクト部を介して該転送ゲートに接続され、該チャンネルストップ領域に添って該層間絶縁膜上に延在する裏打ち配線と、該層間絶縁膜と該裏打ち配線とを覆う保護膜と、該保護膜上に設けられ、該裏打ち配線に沿って延在するシリンドリカルレンズとを含み、該シリンドリカルレンズが、該裏打ち配線上に入射した光を屈折させて、該層間絶縁膜に入射させることを特徴とするリニアイメージセンサでもある。かかるシリンドリカルレンズを有することにより、リニアイメージセンサの実効開口率を向上させて、検出感度の高いリニアイメージセンサとすることができる。

【0029】上記シリンドリカルレンズは、隣接する上記裏打ち配線間を渡るように設けられ、該裏打ち配線間の略中央部で、その膜厚が最大であることが好ましい。

【0030】上記シリンドリカルレンズは、上記転送ゲートの延在する方向に切った断面が略半円形状である半円筒形状のレンズであることが好ましい。

【0031】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 図1は、全体が100で表される、TDI方式のイメージセンサの一部の上面図である。また、図2(a)(b)は、図1のA-A方向、B-B方向における断面図である。図中、図8、9と同一符号は、同一又は相当箇所を示す。

【0032】TDIイメージセンサ100は、4つの転送ゲート1を含み、転送ゲート1は、4つのゲート1a~1dからなる。複数の転送ゲート1が、x軸に平行に配置されている。転送ゲート1は、例えば多結晶シリコンからなる。転送ゲート1の下方には、転送ゲート1と略垂直な方向(y軸方向)に、チャンネルストップ領域2が設けられている。チャンネルストップ領域2は、例えばp型の半導体領域からなる。また、チャンネルストップ領域に挟まれた領域は、n型の転送チャンネル8となる。転送ゲート1上には、層間絶縁膜を介してアルミニウム等の金属からなる裏打ち配線13が設けられている。裏打ち配線13は、チャンネルストップ領域2の上方に、チャンネルストップ領域2に沿って設けられている。図1のTDIイメージセンサ100では、裏打ち配線13は、4つおきに同じ電源に接続されている。例えば、図1の両端の裏打ち配線13aは、共に電源φ1に接続されている。裏打ち配線13と転送ゲート1とは、層間絶縁膜に設けられた杭打ちコンタクト部14a~14dにより、電気的に接続されている。なお、各符号の添字a~dは、4つの駆動配線φ1~φ4にそれぞれ電気的に接続されていることを示す。

【0033】図2(a)に示すように、A-Aにおける

断面では、T D I イメージセンサ 1 0 0 は、p 型のシリコンからなるシリコン基板 7 を含む。シリコン基板 7 の表面近傍には、p 型のチャネルストップ領域 2 が設けられている。チャネルストップ領域 2 の上には、ゲート酸化膜 9 を介して、転送ゲート 1 a、1 b、1 c が設けられている。転送ゲート 1 a 等の上には、層間絶縁膜 1 0 が設けられている。層間絶縁膜 1 0 は、例えば酸化シリコンからなる。層間絶縁膜 1 0 の上には、転送ゲート 1 a 等と略垂直な方向に裏打ち配線 1 3 b が設けられている。転送ゲート 1 b と裏打ち配線 1 3 b との間は、上述のように、杭打ちコンタクト部 1 4 b により電氣的に接続されている。更に、裏打ち配線 1 3 b を覆うように、酸化シリコン又は窒化シリコンからなる保護膜 2 4 が設けられている。

【0034】一方、図 2 (b) に示すように、B-B における断面では、T D I イメージセンサ 1 0 0 は、p 型のシリコンからなるシリコン基板 7 を含む。シリコン基板 7 の表面近傍には、n 型の垂直 C C D の転送チャネル 8 が設けられている。隣接する転送チャネル 8 の間には、p 型のシリコン領域からなるチャネルストップ領域 2 によって分離されている。シリコン基板 7 の上には、ゲート酸化膜 9 を介して転送ゲート 1 c が設けられている。転送ゲート 1 c 等の上には、酸化シリコンからなる層間絶縁膜 1 0 が設けられている。層間絶縁膜 1 0 の上には、転送ゲート 1 c と略垂直な方向に裏打ち配線 1 3 c が設けられている。転送ゲート 1 c と裏打ち配線 1 3 c との間は、杭打ちコンタクト部 1 4 c により電氣的に接続されている。更に、裏打ち配線 1 3 c を覆うように保護膜 2 4 が設けられている。

【0035】次に、図 3 を参照しながら、T D I イメージセンサ 1 0 0 の製造方法について説明する。図 3 は、図 1 の C-C 方向の断面図である。T D I イメージセンサ 1 0 0 の製造方法は、以下の工程 1 ~ 6 を含む。

【0036】工程 1 : 図 3 (a) に示すように、p 型シリコンからなるシリコン基板 7 の上に n 型領域からなる転送チャネル 8 を形成する。更に、隣接する転送チャネル 8 の間を電氣的に絶縁するために、p 型領域からなるチャネルストップ領域 2 を形成する。続いて、シリコン基板 7 の表面上に、酸化シリコンからなるゲート酸化膜 9 を、熱酸化法で形成する。ゲート酸化膜 9 の膜厚は、約 5 0 n m である。その上に、例えば多結晶シリコンからなる転送ゲート 1 a を形成する。転送ゲート 1 a の膜厚は、約 1 0 0 n m である。転送ゲート 1 a の上には、酸化シリコンや窒化シリコンからなる層間絶縁膜 1 0 を形成する。層間絶縁膜 1 0 の膜厚は、約 0 . 5 ~ 1 . 0 μ m である。かかる製造工程では、写真製版工程は、すべて等倍露光装置を用いて行う。

【0037】工程 2 : 保護膜 1 0 上にフォトリソ層 2 0 を形成し、写真製版工程により、開口部 2 1 を形成する。同じ列に並ぶ開口部 2 1 は、4 つおきのチャネル

ストップ領域 1 の上に形成する。かかる写真製版工程には、縮小露光 (ステッパ) 装置を用いる。縮小露光装置を用いることにより、一辺の長さが 1 μ m 以下の開口部 2 1 を、簡単に形成できる。

【0038】図 4 は、T D I イメージセンサ 1 0 0 の概略図である。図中、図 1、2 と同一符号は、同一又は相当箇所を示す。T D I イメージセンサ 1 0 0 の長手方向 (x 軸方向) の長さ L 1 は、通常、数十 μ m 以上である。工程 2 では、受光領域 6 に形成される杭打ちコンタクト部 1 4 の露光工程を、長さが L 2 の、4 つのショットに分割して行う。図 4 に示すように、杭打ちコンタクト部 1 4 のパターンは、x 軸方向に、4 つの毎に周期性を有している。従って、かかる周期性を利用し、縮小露光装置で同じパターンの露光を 4 回行うことにより、受光領域 6 全体の露光が可能となる。符号 1 7 で示す境界は、4 回の露光領域の境界を示す。

【0039】例えば、画像ピッチが 1 0 μ m、水平画素数 (x 軸方向の画素数) が 8 0 0 0 画素の長尺イメージセンサを、倍率 5 分の 1 の縮小露光装置を用いて露光する場合を考える。縮小露光装置の最大転写エリアを約 2 0 m m 角とすると、分割の間隔 L 2 が 2 0 m m となるので、1 の分割領域は 2 0 0 0 画素分となる。従って、水平方向 (x 軸方向) に、4 回、繰り返して転写すれば、イメージセンサ全体の露光 (転写) が可能となる。

【0040】工程 3 : 図 3 (c) に示すように、フォトリソ層 2 0 をエッチングマスクに用いて、層間絶縁膜 1 0 をエッチングする。

【0041】工程 4 : 図 3 (d) に示すように、フォトリソ層 2 0 を除去することにより、層間絶縁膜 1 0 に開口部 2 1 が形成される。

【0042】工程 5 : 図 3 (e) に示すように、開口部 2 1 を埋め込むように、アルミニウム層 2 3 を堆積させる。アルミニウム層 2 3 の膜厚は、約 3 0 0 n m である。なお、アルミニウム層に代えて、A l S i C u 層を用いても構わない。

【0043】工程 6 : 図 3 (f) に示すように、アルミニウム層 2 3 をパターニングして、裏打ち配線 1 3 a ~ 1 3 d を形成する。続いて、酸化シリコン又は窒化シリコンからなる保護膜 2 4 を形成する。保護膜 2 4 の膜厚は、約 0 . 1 ~ 1 . 0 μ m である。

【0044】このように、本実施の形態では、縮小露光装置を用いて杭打ちコンタクト部 1 4 を形成するため、1 μ m 以下の微細な杭打ちコンタクト部 1 4 が容易に形成できる。このため、杭打ちコンタクト部 1 4 と接続される転送ゲート 1、裏打ち配線 1 3 の幅も、製造工程のマージンを含んでも、等倍露光装置を用いた場合の最小露光寸法である約 3 μ m 程度まで細くできる。

【0045】換言すれば、本実施の形態にかかる製造方法を用いることにより、裏打ち配線 1 3 を用いることによる転送ゲート 1 等の配線幅の増加を伴うことなく、転

送ゲート1を薄くし、TDIイメージセンサ100の青色感度を向上させることができる。これにより、従来のTDIイメージセンサ300において発生していた、裏打ち配線13を用いた場合に、転送ゲート1等の幅が広がって開口率が小さくなるという問題を解決することができる。

【0046】なお、図4では、受光領域6を4つの領域に分割して露光したが、間隔L2が縮小露光装置の最大転写エリア内となる範囲内で、分割数は任意に選択して構わない。

【0047】実施の形態2。図5に、全体が200で表される、本実施の形態にかかるTDIイメージセンサの断面図を示す。図中、図1、2と同一符号は、同一又は相当箇所を示す。図5は、図1のB-B方向と同じ方向の断面図である。TDIイメージセンサ200は、上述のTDIイメージセンサ100の保護膜24上に、半円筒形状のシリンドリカルレンズ25が設けられた構造となっている。シリンドリカルレンズ25は、裏打ち配線13に沿って延びた、複数の半円筒形状のレンズからなる。隣接するレンズの境界は、裏打ち配線13の上に位置する。また、シリンドリカルレンズ25の幅は、約10 μ mである。

【0048】TDIイメージセンサ200では、かかるシリンドリカルレンズ25を備えることにより、センサに入射する入射光26のうち、裏打ち配線13の直上に入射する光の光路を曲げて、転送チャネル8等の光検出部へ入射させることができる。この結果、画素の実効的な開口率が向上し、センサの光検出感度が増大する。

【0049】なお、図5では、シリンドリカルレンズ25の形状を半円筒型としたが、裏打ち配線13の上に入射した光の光路を光検出部へと曲げる形状であれば、他の形状であっても良い。例えば、後述する、図6(h)に示すような形状のレンズを用いても良い。

【0050】次に、図6を参照しながら、TDIイメージセンサ200の製造方法について説明する。図6は、図1のC-C方向の断面図である。TDIイメージセンサ200の製造方法は、以下の工程1～8を含む。なお、図6に示す工程は、実施の形態1の図3(f)に続く工程であり、図6では、転送ゲート1aより下部の部分は省略して示す。

【0051】工程1：図6(a)に示すように、シリンドリカルレンズの材料となる酸化シリコン層(レンズ材料層)27を、保護膜24上に形成する。酸化シリコン層27に代えて、窒化シリコン層やポリイミド層を用いることもできる。酸化シリコン層27の膜厚は数 μ m程度とする。

【0052】工程2：図6(b)に示すように、酸化シリコン層27の上に、フォトリソ層を形成し、縮小露光装置を用いてパターンニングすることにより、レジストマスク28を形成する。レジストマスク28の幅はW

1である。また、開口部の中心線(紙面に垂直な線)は、裏打ち配線13の中心線のほぼ上方に位置する。

【0053】図7は、TDIイメージセンサ200の概略図である。図中、図4と同一符号は、同一又は相当箇所を示す。図7に示すように、シリンドリカルレンズ25のパターンは、x軸方向に周期性を有している。従って、かかる周期性を利用することにより、縮小露光装置で同じパターンの露光を4回行うことにより、図6

(b)に示すようなレジストマスク28の形成が可能となる。符号17で示す境界は、4回の露光領域の境界を示す。このように、縮小露光装置を用いてシリンドリカルレンズ25のパターンを形成することにより、幅が10 μ m程度のシリンドリカルレンズ25を高精度で作製できる。

【0054】工程3：図6(c)に示すように、レジストマスク28を用いて、酸化シリコン膜27をエッチングし、凹部30を形成する。

【0055】工程4：図6(d)に示すように、レジストマスク28を除去する。

【0056】工程5：図6(e)に示すように、酸化シリコン層27の上に、フォトリソ層を形成し、工程2と同様に、縮小露光装置を用いてパターンニングすることにより、レジストマスク29を形成する。レジストマスク29の幅は、W1より広いW2であり、開口部の中心線(紙面に垂直な線)は、裏打ち配線13の中心線のほぼ上方に位置する。

【0057】工程6：図6(f)に示すように、レジストマスク29を用いて、酸化シリコン膜27をエッチングし、凹部31を形成する。

【0058】工程7：図6(g)に示すように、レジストマスク28を除去する。かかる工程で形成された凹部31は、凹部30の内方に位置する。

【0059】工程8：かかる凹部形成工程を更にもう一回行い(図示せず)、図6(h)に示すような、シリンドリカルレンズが形成される。特に、縮小露光装置を用いることにより、シリンドリカルレンズ25のパターンニング精度が向上し、所望の断面形状を有するシリンドリカルレンズアレイが形成できる。

【0060】なお、図7では、受光領域6を4つの領域に分割して露光したが、間隔L2が縮小露光装置の最大転写エリア内となる範囲内で、分割数は任意に選択して構わない。

【0061】実施の形態3。図8は、複数のTDIイメージセンサ100を含むシリコンウエハ50の上面図である。シリコンウエハ50上には、8つのTDIイメージセンサ100が形成されている。TDIイメージセンサ100は、実施の形態1で説明したイメージセンサであり、受光領域6、水平CCD4、出力アンプ5等を含む。

【0062】破線20で囲まれた夫々の領域は、縮小露

光装置を用いて分割リピート転写を行う場合の、1ショットで露光されるショット領域である。即ち、y軸方向に4回露光を行うことにより、y軸方向に並んだ2つのTDIイメージセンサ100の露光が可能となる。

【0063】それぞれのショット領域20の中には、等倍露光装置によって形成された第1重ね合わせパターン（第1アライメントマーク）21が、等価な位置に設けられている。また、TDIイメージセンサ100の外部のウエハ50の上には、等倍露光装置を用いて転写を行う際に、マスクの位置合わせに用いる第2重ね合わせパターン（第2アライメントマーク）22が設けられている。

【0064】次に、図8を参照しながら、本実施の形態にかかるTDIイメージセンサの製造方法について説明する。かかる製造工程は、以下の工程1～4を含む。

【0065】工程1：ウエハ50上に、TDIイメージセンサのレイアウトを決定する工程で、縮小露光装置を用いて分割リピート転写を行う1ショット領域を定める。図8では、破線20で囲まれた領域が、1ショットで露光されるショット領域である。領域20のサイズは、縮小露光装置の最大転写エリア（1/5倍の縮小露光装置では約20mm角）の範囲内に設定する。図8では、一のTDIイメージセンサ100の受光領域6をx軸方向に4分割し、かつy軸方向に2素子分の領域20を1ショット領域としている。

【0066】工程2：杭打ちコンタクト部の形成工程前までの工程（実施の形態1では、図3（a）に示す工程）を、全て、等倍露光装置を用いて行う。かかる工程における、下地パターンとマスクの位置合わせには、ウエハ50に設けた2つの第2重ね合わせパターン22が用いられる。

【0067】一方、杭打ちコンタクト部形成工程で用いられる第1重ね合わせパターン21は、杭打ちコンタクト部形成工程よりも前の工程で、あらかじめ形成しておく。

【0068】ここで、第1重ね合わせパターン21は、転送ゲート1の形成工程で、同時に形成することが好ましい。これは、転送ゲート1の上に杭打ちコンタクト14を形成するため、転送ゲート1に対する杭打ちコンタクト14の位置ずれを小さくするためである。こうすることで、転送ゲート1に対する杭打ちコンタクト14の位置ずれは、転送ゲート1と同時に形成された第1重ね合わせパターン21に対する、縮小露光時のマスクの重ね合わせ誤差（d1）となる。

【0069】これに対して、第1の重ね合わせパターン21を、例えばフィールド形成工程等の他の工程で形成した場合、転送ゲート1に対する杭打ちコンタクト14の位置ずれは、縮小露光時のマスク重ね合わせ誤差（d1）と、フィールド工程とゲート工程の等倍露光時のマスク重ね合わせ誤差（d2）とが合算された値となる。

一般に、等倍露光時のマスク重ね合わせ誤差（d2）は、縮小露光時のマスク重ね合わせ誤差（d1）に比べて大きいため、重ね合わせパターン21をゲート工程以外で形成すると、最終的な重ね合わせ精度が極めて悪くなる。

【0070】このように、転送ゲートと同時に形成した重ね合わせパターン21を用いることにより、転送ゲートに対する杭打ちコンタクトの重ね合わせ誤差が小さくなり、その位置ずれによって発生する配線ショート等の不具合を低減できる。

【0071】第1重ね合わせパターン21は、後の工程で使用する縮小露光装置に応じた複数のアライメントマークの組み合わせからなり、各ショット領域20内に少なくとも1つずつ配置される。第1重ね合わせパターン21は、各ショット領域20内で、互いに等価な位置に配置される。

【0072】工程3：杭打ちコンタクト部の形成工程（実施の形態1では、図3（b）～（d）に示す工程）では、ウエハ50上にフォトリソ層を形成した後、露光工程を行う。露光工程には、縮小露光装置が用いられ、1つのセンサの露光領域を、複数の領域に分割して転写する（分割リピート転写）。夫々の転写工程において、下地パターンとマスクとの位置合わせは、夫々のショット領域20内に設けられた第1重ね合わせパターン21を用いて行う。レジストマスクを形成した後、レジストマスクを用いて層間絶縁膜のエッチングし、更に、レジストマスクを除去する。

【0073】工程4：実施の形態1と同様の工程（図3（e）（f））を行い、ウエハ50上に複数のTDIイメージセンサ100を形成する。かかる工程では、等倍露光装置を用いて露光（転写）を行う。

【0074】このように、本実施の形態にかかる製造方法では、等倍露光工程で形成された複数の第1重ね合わせパターン21を用いて、縮小露光装置を用いた分割リピート転写工程が行われるため、ショット領域20の間の相対的な位置ずれが殆どなくなる。このため、一のTDIイメージセンサ100を複数の領域に分割して露光しても、分割領域の境界においてずれが発生せず、高精度な転写パターンの形成が可能となる。

【0075】なお、図8では、TDIイメージセンサ100の、杭打ちコンタクト部14の作製工程について説明したが、TDIイメージセンサ200のシリンドリカルレンズ25の作製工程にも、第1重ね合わせパターン21を用いることにより、高精度な転写パターンの形成が可能となる。

【0076】シリンドリカルレンズ25の作製工程に用いる、第1重ね合わせパターン21は、裏打ち配線13を形成する工程で形成することが好ましい。これは、裏打ち配線13の位置に合わせて、シリンドリカルレンズ25の位置が決まるためであり、このようにすること

で、縮小露光時のマスクの重ね合わせ誤差が小さくできる。これにより、シリンドリカルレンズアレイによる、実効開口率の改善効果が向上する。

【0077】また、図8では、1ショット領域20は、受光領域6をx軸方向に4分割し、かつy軸方向を2素子分とする領域としたが、1ショットの領域が、縮小露光装置の最大転写エリアの範囲内であるならば、分割数、分割領域の大きさは任意に選択して構わない。

【0078】なお、実施の形態1〜3で説明した、縮小露光装置を用いた分割リピート転写工程は、杭打ちコンタクト部14のパターンや、シリンドリカルレンズ25の形パターンの形成以外の、周期的なパターンの形成にも適用することができる。これにより、更に、パターニング精度が向上し、光検出感度や解像度が更に改善されたTDIイメージセンサを得ることができる。

【0079】また、かかる分割リピート転写工程は、長尺のTDI方式イメージセンサの製造方法以外に、フレーム転送方式2次元イメージセンサ等の製造方法にも適用できる。これにより、これらの画素数の多いイメージセンサの画素のパターニング精度が向上し、光検出感度や解像度が改善されたイメージセンサを得ることができる。

【0080】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明にかかるリニアイメージセンサの製造方法を用いることにより、極めて微細な杭打ちコンタクト部が容易に形成できる。このため、リニアイメージセンサの解像度と観測幅を変えることなく、裏打ち配線を用いた、青色感度の高いイメージセンサを得ることができる。

【0081】また、シリンドリカルレンズの作製精度が向上し、リニアイメージセンサの実効開口率の向上が可能となる。

【0082】また、分割リピート転写を行う場合のマスクの位置決め精度が向上し、分割領域のつなぎ目でのパッティングエラーの発生を防止できる。

【0083】更に、本発明にかかるシリンドリカルレンズを有するリニアイメージセンサでは、リニアイメージセンサの実効開口率を向上させて、検出感度の高いリニアイメージセンサとすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1にかかるTDIイメージセンサの上面図である。

【図2】 本発明の実施の形態1にかかるTDIイメージセンサの断面図である。

【図3】 本発明の実施の形態1にかかるTDIイメージセンサの製造工程の断面図である。

【図4】 本発明の実施の形態1にかかるTDIイメージセンサの製造工程の概略図である。

【図5】 本発明の実施の形態2にかかるTDIイメージセンサの断面図である。

【図6】 本発明の実施の形態2にかかるTDIイメージセンサの製造工程の断面図である。

【図7】 本発明の実施の形態2にかかるTDIイメージセンサの製造工程の概略図である。

【図8】 本発明の実施の形態3にかかるTDIイメージセンサを含むウエハの上面図である。

【図9】 従来のTDIイメージセンサの上面図である。

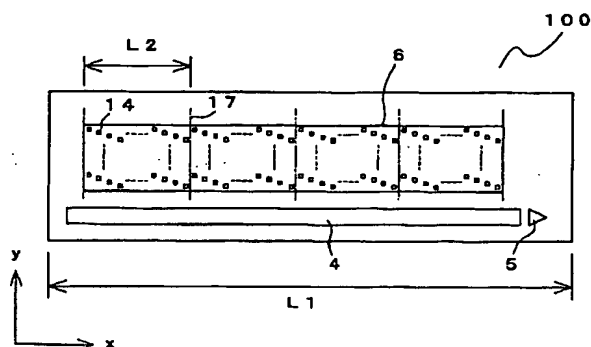
【図10】 従来のTDIイメージセンサの断面図である。

【図11】 従来のTDIイメージセンサの上面図である。

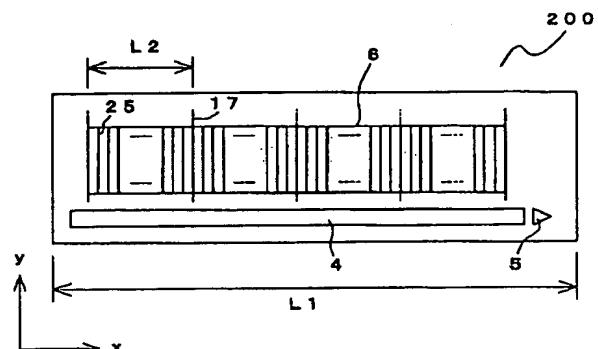
【符号の説明】

1 転送ゲート、2 チャネルストップ領域、3 金属配線、4 水平CCD、5 出力アンプ、6 受光領域、7 半導体基板、8 転送チャネル、9 ゲート酸化、10 層間絶縁膜、13 裏打ち配線、14 杭打ちコンタクト部、24 保護膜、100 TDIイメージセンサ。

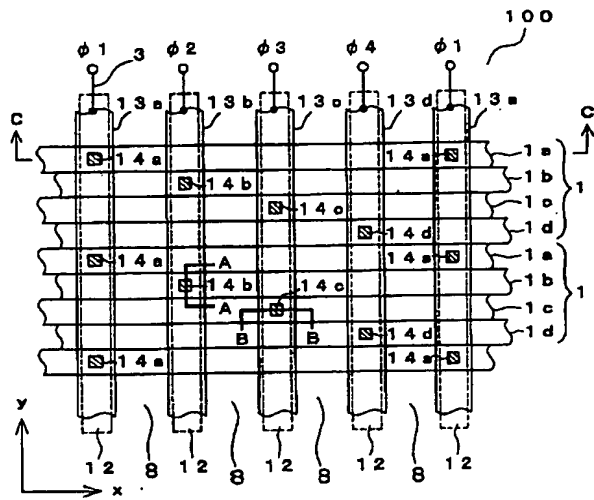
【図4】



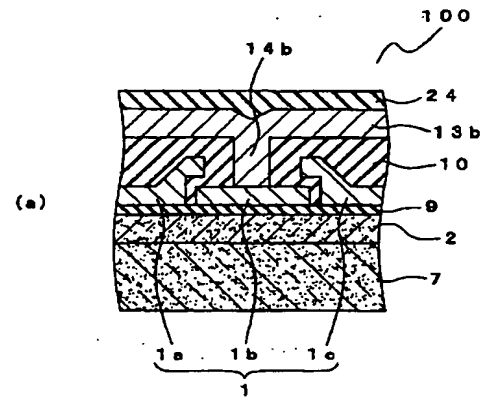
【図7】



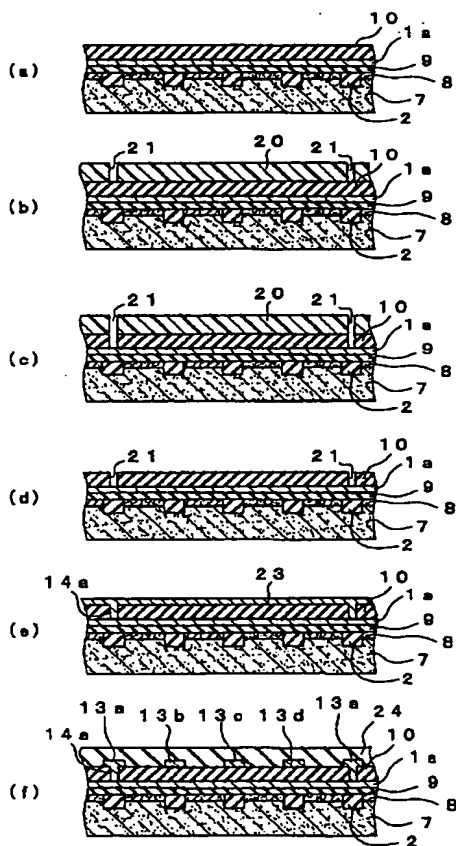
【図1】



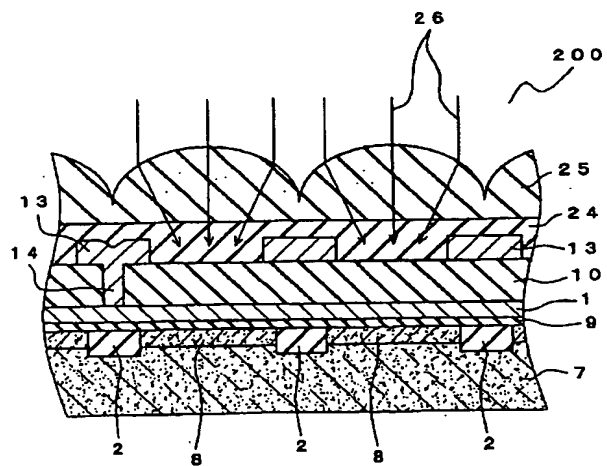
【図2】



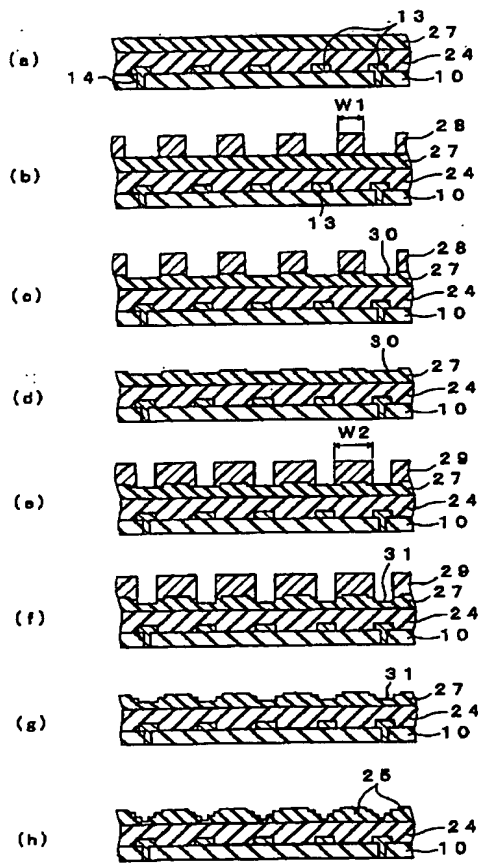
【図3】



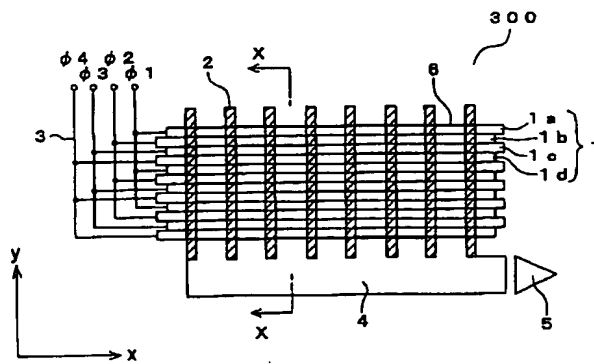
【図5】



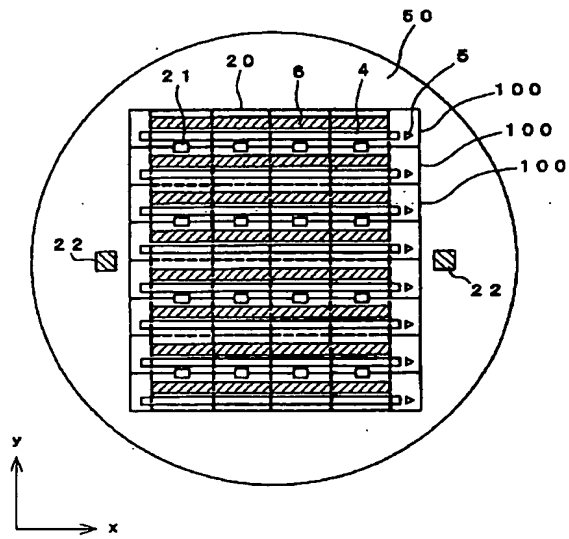
【図6】



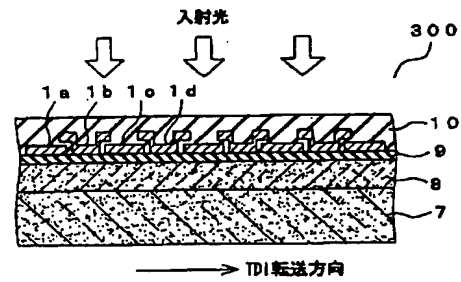
【図9】



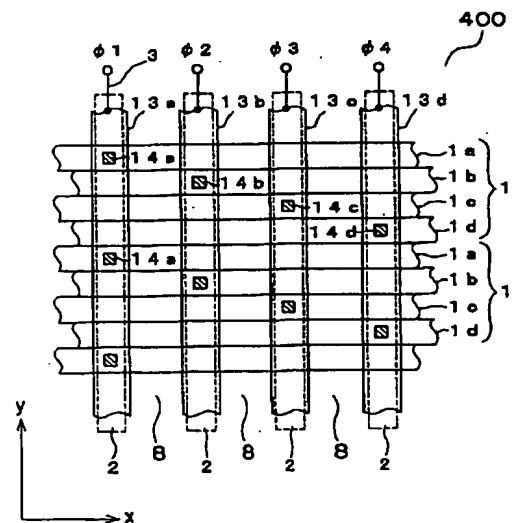
【図8】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4M118 AB01 AB02 AB03 BA10 CA32
DD09 EA01 FA08 FA26 GD04
5C024 CY47 EX01 EX21 GY01